

Preisfeld, Angelika

Die Bedeutung der Fachlichkeit in der Lehramtsausbildung in Biologie. Die Vernetzung universitären Fachwissens mit schulischen Anforderungen im Praxissemester

Degeling, Maria [Hrsg.]; Franken, Nadine [Hrsg.]; Freund, Stefan [Hrsg.]; Greiten, Silvia [Hrsg.]; Neuhaus, Daniela [Hrsg.]; Schellenbach-Zell, Judith [Hrsg.]: Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2019, S. 97-120



Quellenangabe/ Reference:

Preisfeld, Angelika: Die Bedeutung der Fachlichkeit in der Lehramtsausbildung in Biologie. Die Vernetzung universitären Fachwissens mit schulischen Anforderungen im Praxissemester - In: Degeling, Maria [Hrsg.]; Franken, Nadine [Hrsg.]; Freund, Stefan [Hrsg.]; Greiten, Silvia [Hrsg.]; Neuhaus, Daniela [Hrsg.]; Schellenbach-Zell, Judith [Hrsg.]: Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2019, S. 97-120 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-172684 - DOI: 10.25656/01:17268

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-172684>

<https://doi.org/10.25656/01:17268>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



Maria Degeling / Nadine Franken /
Stefan Freund / Silvia Greiten /
Daniela Neuhaus / Judith Schellenbach-Zell
(Hrsg.)

Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung

**Bildungswissenschaftliche und
fachdidaktische Perspektiven**

Degeling / Franken / Freund / Greiten /
Neuhaus / Schellenbach-Zell

**Herausforderung Kohärenz:
Praxisphasen in der
universitären Lehrerbildung**

Maria Degeling
Nadine Franken
Stefan Freund
Silvia Greiten
Daniela Neuhaus
Judith Schellenbach-Zell
(Hrsg.)

Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung

Bildungswissenschaftliche und
fachdidaktische Perspektiven

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2019

k

Das Vorhaben „Kohärenz in der Lehrerbildung“ (KoLBi) der Bergischen Universität Wuppertal wird im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennzeichen: 01JA1507).

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

2019.ig. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Foto Umschlagseite 1: © Peggy Leiverkus, Wuppertal.
Römisches Mauerwerk am Römerturm in der Zeughausstraße, Köln.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.
Printed in Germany 2019.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-2308-1

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	9
Vorwort	11
Einführung	13

Teil 1: Grundsätzliche Perspektiven auf Praxisphasen

Ulrike Weyland

Forschendes Lernen in Langzeitpraktika – Hintergründe, Chancen und Herausforderungen	25
---	----

Sabine Reh und Joachim Scholz

Seminare um 1800. Zur (In)Kohärenz universitärer und schulisch-praktischer Lehrerausbildung	65
---	----

Thomas Häcker

Reflexive Professionalisierung. Anmerkungen zu dem ambitionierten Anspruch, die Reflexionskompetenz angehender Lehrkräfte umfassend zu fördern	81
--	----

Angelika Preisfeld

Die Bedeutung der Fachlichkeit in der Lehramtsausbildung in Biologie – Die Vernetzung universitären Fachwissens mit schulischen Anforderungen im Praxissemester	97
---	----

Michael Böhnke

„[...] Lehrer sein dagegen sehr“. – Inkohärenzen und Kohärenzformate in Transformationsprozessen. Notizen zur kohärenztheoretischen Verortung von Praxisphasen in der Lehrerbildung	121
---	-----

Teil 2: Konzepte zur Verknüpfung von Theorie und Praxis

Bea Bloh, Lars Behrmann, Martina Homt und Stefanie van Ophuysen

Forschendes Lernen in der Lehrerausbildung – Gestaltung und Erforschung des Praxissemesters	135
--	-----

Judith Vriesen

Studienskizze und Studienprojekt – Umsetzung des Forschenden Lernens
im Rahmen des Praxissemesters in den Bildungswissenschaften
an der Technischen Universität Dortmund 149

Judith Schellenbach-Zell, Jörg Wittwer und Matthias Nückles

Das Theorie-Praxis-Problem in Praxisphasen der Lehramtsausbildung:
Ansätze und mögliche Perspektiven 160

Andrea Brait

Fachdidaktische Überlegungen zu Praxisphasen in der Ausbildung von
Geschichtslehrkräften. Erfahrungen von Studierenden im Zusammenhang
mit pädagogischen Praktika und Erwartungen an Fachpraktika 172

Teil 3: Konzepte zur Anregung von Reflexion

David Paulus, Patrick Gollub und Marcel Veber

Individualität im Spannungsverhältnis von Lehren und Lernen in der
Lehrerbildung. Potenziale von Blended Learning im Praxissemester 187

Gabriele Hornung, Lars Czubatinski, Henrik Andersen und Anna Kirsch

Digitale Reflexionsprofile – ein Ausbildungselement in der universitären
und schulischen Lehramtsausbildung 198

Silvia Greiten

Das „Co-Peer-Learning-Gespräch“ als Reflexions- und Feedbackformat
zur Unterrichtsplanung im Praxissemester 209

Daniela Neuhaus

Überlegungen zu einem Reflexionsformat für das Praxissemester Musik 222

Sebastian Herbst

„Auf viele Ideen wäre ich alleine nicht gekommen“. Veränderung
individueller Entwicklungsziele durch Video(selbst)analyse und
kollegiale Fallberatung im Praxissemester 234

Nadine Franken und Angelika Preisfeld

Reflection-for-action im Praxissemester –
Planen Studierende Experimentalunterricht fachlich reflektiert? 247

Kathrin Holten und Eduard Krause

InForM PLUS vor der Praxisphase – Zwischenbericht eines interdisziplinären
Elements in der Lehramtsausbildung an der Universität Siegen 259

Teil 4: Konzepte zur Gestaltung von Feedback*Kerstin Göbel und Andreas Gösch*

Die Nutzung kollegialer Reflexion von Unterrichtsvideos im Praxissemester	277
--	-----

Christoph Thyssen, Gabriele Hornung, Lisa Kiekbusch und Kristine Klaeger

LiFe – LiveFeedback: Tool für vernetztes Feedback aus Universität und Schule	289
---	-----

Katharina Neuber und Kerstin Göbel

Reflexion im Praxissemester – ein Forschungskonzept unter Rückgriff auf Schülerrückmeldungen zum Unterricht	302
--	-----

Maria Degeling

Feedback im Unterricht – Warum lernförderliches Feedback zu geben, eine hohe Kunst ist und wie sie sich in der Praxissemestervorbereitung und -begleitung anbahnen lässt. Vorschläge zur Diskussion	312
---	-----

Teil 5: Konzepte zu Mentoring und Coaching*Andrea Gergen*

Mentoring in schulpraktischen Phasen der Lehrerbildung. Zusammenfassung ausgewählter Forschungsbeiträge zur Mentorentätigkeit ...	329
--	-----

Stefanie Schnebel

Gesprächsrollen des Coaches im Peer-Coaching in der Lehrerbildung. Empirische Analyse in einem Peer-Coaching- Konzept nach dem Ansatz des Kollegialen Unterrichtscoachings	340
--	-----

Martina Fach-Overhoff

Reflexion auf Augenhöhe! Eine Perspektive in Praxisphasen?	353
--	-----

Michael Evers und Fani Lauermann

Ein Mentoring-Ansatz für empirische Projekte im Lehramtsstudium: Möglichkeiten zur Unterstützung bei der Durchführung von empirischen Studien in Praxisphasen des Studiums	366
--	-----

*Diemut Ophardt, Heike Schaumburg, Eva Terzer, Annette Richter-Haschka,
Caroline Körbs und Susanne Wagner*

Lernbegleitungskonzept und Mentoringqualifizierung des Berliner Praxissemesters	382
--	-----

Holger Weitzel und Robert Blank

Peer Coaching und fachdidaktische Unterrichtsplanung – ein Overload? 393

Felician-Michael Führer

Reflexionspotentiale nutzen oder verpassen? Eine exemplarische
Rekonstruktion reflexionsförderlicher und -hemmender kommunikativer
Aktivitäten in Gesprächen über den Deutsch-Unterricht 405

Teil 6: Begleitkonzepte zum Umgang mit Heterogenität

*Isabelle Erbslöh, Sandra Mubarak, Carina Hübner, Michael Angenendt und
Anna-Maria Hintz*

Doppelt qualifiziert für den Lehrerberuf – Kooperation zwischen dem
Studiengang Integrierte Förderpädagogik der Universität Siegen
und dem ZfsL Lüdenscheid 421

Thomas Gawlick und Anne Hilgers

Diagnose und Förderung bei Rechenschwäche in der Lehrerbildung:
Konzepte erproben und reflektieren 435

Natalie Hock und Rita Borromeo Ferri

Diagnostische Interviews – eine Chance zur Förderung der
diagnostischen Kompetenz von angehenden Mathematiklehrkräften
der Sekundarstufen 447

Maike Schindler

Kompetenzen auf- und Kontaktängste abbauen. Zur Ausbildung von
Lehramtsstudierenden für die Tätigkeit im inklusiven
Mathematikunterricht 460

Herausgeberinnen und Herausgeber 471

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 472

Angelika Preisfeld

Die Bedeutung der Fachlichkeit in der Lehramtsausbildung in Biologie – Die Vernetzung universitären Fachwissens mit schulischen Anforderungen im Praxissemester

Dieser Beitrag beschreibt aus der Perspektive des Faches Biologie einige potentielle Möglichkeiten zur Stärkung der Fachlichkeit in der Lehrerausbildung und ihrer Vernetzung mit den Aufgaben im Praxissemester und dem Vorbereitungs- und Begleitseminar.

Jeder Fachdidaktiker macht sich Gedanken darüber, welches fachliche Wissen zur Anbahnung und Verbreiterung des Professionalisierungsprozesses notwendig ist. Besonders, wenn die Studierenden in Praxisphasen gehen, wie in NRW in das Praxissemester, ergibt sich die Möglichkeit, vorher erworbenes Fachwissen gemeinsam mit weiteren Professionsfacetten zu einer berufsvorbereitenden Professionalisierung zu nutzen. Dahinter liegt der Bildungsanspruch, theoretisches Wissen in praktisches Können und prozedurales Wissen zu überführen (Kunter u.a. 2011) und idealerweise zu einer Kohärenz zwischen den Wissensdomänen zu gelangen. Daher sind in einer Naturwissenschaft wie der Biologie neben dem Fachwissen besonders auch die praktischen Methoden des Erkenntnisgewinns von großer Bedeutung in der Ausbildung der Studierenden, aber auch im Unterrichtsfach Biologie selbst (Shayer & Adey 1981; Mayer 2004, 2007; Meier & Mayer 2014, vgl. MSW NRW 2013).

Praktisches Arbeiten erfahren Biologie-Studierende in der Lehramtsausbildung an zwei unterschiedlichen Stellen des Studiums: Einmal ist das praktische Beschreiten des Erkenntnisweges gemeint (z.B. Experimentieren, Beobachten, Untersuchen), das andere Mal ist es das praktische fachdidaktische Arbeiten zunächst in der Simulation mit den Kommilitonen und später mit den Schülerinnen und Schülern.

Es ist immer wieder festzustellen, dass Studierende besonders, wenn es um Schulpraxis geht, die Bedeutung des Fachwissens für den Professionalisierungsprozess unterschätzen (Rosenbusch u.a. 1988; Flach u.a. 1995; Hascher & Moser 1999, 2001; Hascher 2005; Lersch 2006). Wenn es dann soweit ist, wirklich in der Schule praktisch arbeiten und darüber Neues lernen zu können, denken Studierende selten über universitäre Fachwissensinhalte nach. Sie fragen auch nicht, wo-

hin innerhalb der Biologie das zu unterrichtende Fachwissen gehört oder welche Konzepte dem Inhalt zugrunde liegen. Um den Unterricht vorbereiten und gestalten zu können, greifen sie oft ausschließlich auf curriculare Bestimmungen und die darin benannten Inhalte und bestehende Unterrichtskonzepte zurück. Offensichtlich nutzen sie ebenfalls nicht vorwiegend fachdidaktische Konzepte, die sie in der Fachdidaktik an der Universität erfahren haben, sondern greifen eher auf individuelle Erfahrungen aus eigener Schulzeit, Lehrerfahrung oder Hinweise in Unterrichtsentwicklungen zurück (Lersch 2006; Großschedl u.a. 2015; Heyduck u.a. 2016). Unter diesen Voraussetzungen kristallisiert sich die wichtige zukünftige Aufgabe der Lehrerbildung heraus, eine Kohärenz in der Lehrerausbildung, besonders ihrer Fachdidaktiken und Fachwissenschaften, sowie der beteiligten Fächer und der Bildungswissenschaften herzustellen.

Als experimentelle Disziplin bietet die Biologie viele geeignete Lernmöglichkeiten für die Studierenden, die eine Vernetzung deklarativen und prozeduralen Wissens auf der Ebene des Fachwissens und des Erkenntnisgewinns ermöglichen (Mayer 2006; Mayer u.a. 2008). In der Auseinandersetzung mit einem Problem oder einer Fragestellung kann idealerweise über die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten (Schreiber u.a. 2009) der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg quasi automatisch beschritten werden. Allerdings zeigen Studien, dass eher wenig Kenntnis zur praktischen Anwendung von Fachwissen und eine geringe experimentelle Kompetenz bei den zukünftigen Lehrkräften vorliegen (Rieß & Robin 2012; Krofta u.a. 2013; Krofta & Nordmeyer 2014; Heyduck u.a. 2016). In Schulen wird, wenn überhaupt experimentiert wird, eher rezeptartiges Experimentieren mit festgelegten Handlungsanweisungen und vorgegebenem experimentellen Design durchgeführt, das nicht immer dem Durchdringen der fachlichen Bezüge dienen kann (Rieß & Robin 2012; Nerdel 2017, 93, 213). Daher sind auch viele Abiturienten nicht so ausgebildet, dass sie Fachwissen mit praktischen Anwendungen der Erkenntnismethoden verknüpfen könnten, und besitzen somit nicht immer die Studierfähigkeit für ein naturwissenschaftliches Fach (Koepernik & Wolter 2010; Rönnebeck u.a. 2010; Meidinger 2014; Oelkers 2014, Köller 2014).

Es erschließt sich daraus, dass die angehenden Lehrerinnen und Lehrer in ihrer Professionalität sowohl eindringlich fachmethodisch und wissenschaftlich systematisch gefördert werden müssen, damit sie den unterrichtlichen Aufgaben zunächst einmal fachlich gewachsen sind (Lipowsky 2006, 2007) und darauf aufbauend unter Anwendung des fachdidaktischen Wissens Unterrichtsprozesse zielführend steuern können (Blömeke u.a. 2008, 2011).

Indes sind Studien, die sich mit Ergebnissen zur Bildung professionsorientierten Wissens besonders in Praxisphasen befassen, nur spärlich vorhanden, was sicher auch damit zu tun hat, dass Professionswissen schwierig zu ermitteln ist, da es sehr facettenreich ist (Blömeke u.a. 2008; Schmelzing 2010; Großschedel u.a.

2015). Wenn Lehrerprofessionalität empirisch erhoben wurde, so liegen nur wenige Ergebnisse dazu vor, ob und wie die Lernenden davon profitieren (siehe z.B. Lipowsky 2006; Wayne & Youngs 2006). Auch ist mit dem praktischen Lernen nicht garantiert, dass Professionalität aufgebaut wird, da die Aktivitäten, sei es Experimentieren oder Unterrichten im Schulkontext, oftmals nicht reflexiv analysiert werden. Eher verweilen die Studierenden extrem im Handeln, ohne Bezüge zum Fachinhalt wirklich zu durchdringen (Kirschner u.a. 2006; Kunter 2011). Besonders universitäre Praxisphasen haben daher die Aufgabe, die professionsorientierte Vernetzung theoretischen Wissens und praktischen Könnens auf der Basis von Fachlichkeit zu intensivieren, um die Studierenden auf die kognitiv doppelt herausfordernde Situation als Gestalter der (auch experimentellen) Unterrichtsprozesse und Vermittler der Inhalte vorzubereiten (Kunter 2011; Kunze 2011). Dieser Prozess der Verzahnung der verschiedenen Aufgaben hat große Chancen auf Gelingen, wenn die Studierenden in forschender Weise selbständig Einheiten planen, begründen, durchführen und auf der Grundlage ihrer Fachlichkeit reflektieren können (Schneider & Wildt 2001, 2007; Miethe & Stehr 2007).

Im ersten Teil des Beitrags wird die Fachlichkeit als ein anvisiertes Ziel in der Lehrerbildung (Preisfeld, im Druck) in das Modell professioneller Handlungskompetenz (Shulman 1987; Bromme 1997; Baumert & Kunter 2006) eingeordnet und in Beziehung zur Biologie definiert. Die Studierenden können durch den Bezug zu Merkmalen und Konzepten der Biologie erkennen und erfahren, wie Fachwissen und -methodik bildend für den Biologieunterricht wirksam werden können. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es sicher nicht nur eine Möglichkeit gibt, zu einer guten Unterrichtspraxis zu gelangen (Shulman 1987), dass aber profundes Fachwissen eine unverzichtbare Voraussetzung für professionelles Lehrerhandeln darstellt (z.B. Baumert & Kunter 2006; Gruschka 2008; Kunter u.a. 2006, 2011). Im zweiten Teil wird es um die zentralen Methoden des Erkenntnisgewinns der Biologie und im Weiteren um die Diskussion über unterrichtliche Einsatzmöglichkeiten und Wirksamkeit von Experimenten gehen. In einem dritten Abschnitt werden vernetzende Ansätze in Praxisphasen und im Praxissemester selbst im Mittelpunkt der Erörterungen stehen und einige Ansätze dazu dargestellt, wie man praxisbezogene Lehre dazu nutzen kann, experimentelle Kompetenz von der Universität in das Unterrichten zu transferieren.

1 Die Bedeutung der Fachlichkeit

Das Modell der Professionellen Handlungskompetenz nach Baumert und Kunter (2006, 2011), angelehnt an eine Differenzierung des Professionswissens von Shulman (1987), ist in leicht abgewandelter Form unter Fokussierung auf das Professionswissen in Abb. 1 wiedergegeben.

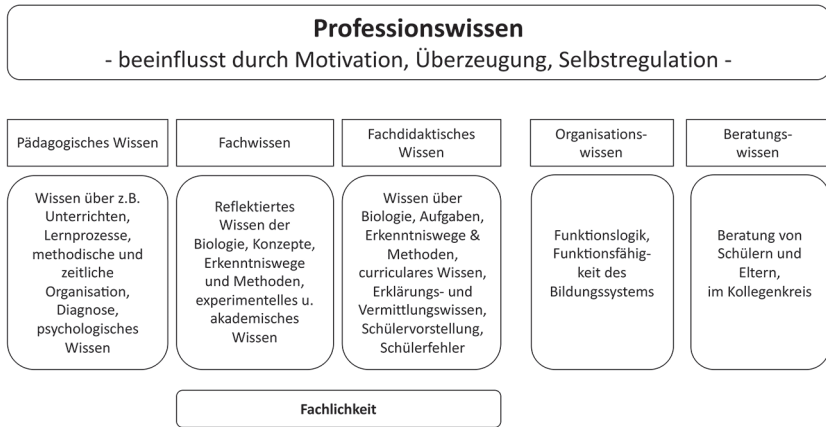


Abb. 1: Fachlichkeit und Professionelle Handlungskompetenz (nach Baumert & Kunter 2006, 2011, verändert)

Das Professionswissen, das jeweils auch von den Überzeugungen und Werthaltungen der angehenden Lehrkräfte, ihren motivationalen Orientierungen sowie ihren selbstregulatorischen Fähigkeiten abhängt, wird in fünf Facetten aufgegliedert. Das Pädagogische-psychologische Wissen (*general pedagogical knowledge*), also Wissen über Klassenführung, Strukturierung von Unterricht, über Lernprozesse, methodische und zeitliche Organisation des Unterrichts, über Instruktionstechniken und zum Lehrerhandeln sowie z.B. zur fachunabhängigen Diagnosefähigkeit und dem Umgang mit Heterogenität stellt eine Facette dar. Zusammengefasst könnte man es als allgemeines Unterrichtswissen und allgemeine Unterrichtsfähigkeit ohne die fachspezifischen Kontexte betrachten (Blömeke u.a. 2008; Tepner u.a. 2012). Allerdings gibt es keine Konzeptualisierung des pädagogischen Wissens, die allgemein anerkannt wäre, und nur wenige Studien generell zu diesem Thema (König & Blömeke 2007, 2009; König u.a. 2011; Voss u.a. 2011, 2014).

Zum Fachwissen (*content knowledge*) als weiterer Facette gehört ein reflektiertes Wissen der Biologie, ihrer Konzepte (s.u.) und Erkenntniswege, sowie der Fachmethoden, die vor allem in Experimenten angewandt werden. Da Lehrkräfte den Lernenden im Biologieunterricht u.a. die Fähigkeit vermitteln sollen, Reaktionsabläufe biowissenschaftlicher Experimente zu beobachten, zu erklären und zu bewerten, Versuchsanleitungen umzusetzen sowie biologische Aspekte aus den Medien kritisch zu hinterfragen, stellen diese Kompetenzen auch eine Zielvorgabe für die Ausbildung zu Biologielehrkräften dar (KMK 2008). Diese zur Durchführung von Unterricht notwendigen Wissensfacetten werden von Vohns (2016) als akademisches Wissen bezeichnet. Alle Lehrenden wissen, dass es nicht immer leicht ist, den Studierenden verständlich zu machen, wieso ein bestimmtes Thema für sie

relevant ist, obwohl es so nicht im Lehrplan von Schulen vorkommt. Durch eine praktische fachliche und zuweilen geleitete Auseinandersetzung mit den Fachinhalten während des Studiums könnte ihnen bereits bewusst werden, wieso sie als Lehrkräfte neben dem Schulwissen ein universitäres, vertieftes fachliches Wissen benötigen (Riese & Reinhold 2010, 2012; Vohns 2016).

Die dritte Facette umfasst das Fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*), also einerseits das Wissen *über* die Biologie, aber auch das Wissen darüber, *wann* und *wie* biologische Inhalte vermittelt werden können und *welche* Inhalte *wie* sinnvoll didaktisch reduziert werden können. Die Fähigkeit zur fachbezogenen Diagnose, sowie zur Einschätzung und Bewertung von Lernprozessen, besonders in experimentellen Zusammenhängen, stellen in der Fachdidaktik Biologie ebenfalls fest verankerte Kompetenzbereiche dar. Shulman (1986, 1987) beschreibt *pedagogical content knowledge* als ein Amalgam von Fach- und pädagogischem Wissen, das einzig der Bereich der Lehrkräfte und damit ihre eigene spezielle Form professionellen Verstehens sei. Auch hierfür sind Methoden und Erkenntniswege notwendig, ebenso Wissen darüber, welche Schülervorstellungen es gibt und mittels welcher Lernarrangements und Hilfestellungen man die Lernenden zu einer Erweiterung oder einem Wandel der Konzepte im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann u.a. 1997), der *Educational Reconstruction* (Duit u.a. 2012) oder des *Conceptual Change* (Posner u.a. 1982; Strike & Posner 1992; Duit & Treagust 2003; Kattmann 2005; Sander u.a. 2006) führen kann. Hier wird auch das curriculare Wissen angesiedelt, das bei Shulman (1987) ebenso wie das Wissen über die Lernenden und das erziehungswissenschaftliche Wissen in Bezug auf Zielsetzungen und Werte auf einer Ebene mit den drei oben genannten Wissensfacetten steht. Um fach- und fachdidaktisches Wissen im Unterricht anwenden zu können, ist ein Erklärungswissen notwendig, da Verstehen und Erklären als zwei verschiedene Aspekte aufgefasst werden müssen (Lindlof 2008; Clark u.a. 2012; Vohns 2016). Die von Baumert & Kunter (2006) ausformulierten weiteren Facetten des Organisations- und Beratungswissens werden in diesem Beitrag nicht weiter erläutert, sind aber unzweifelhaft wichtige Themen der Lehrerverberufung. Die Frage, was Fachlichkeit bedeutet, wird in den Naturwissenschaften und in der Mathematik recht einhellig mit einem profunden Fachwissen und einem ausgeprägten Fachdidaktischen Wissen beantwortet (Vohns 2016). In Abb. 1 umschließt die Fachlichkeit in Abgrenzung von der pädagogischen-psychologischen Facette sowie vom Beratungs- und Organisationswissen das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen. Fachlichkeit ist somit nicht vom Fach selbst zu trennen und muss im deutschen Lehrerbildungssystem in mindestens zwei Fächern ausgebildet sein. Fachlichkeit bezieht mit ein, *über* die Biologie Bescheid zu wissen und zu erkennen, welche Inhalte bildend und für das Verständnis notwendig sind. Zwar ist nicht jedes biologische Wissen allgemeinbildend, aber es gibt viele Inhalte, über die identische Bildungsziele verfolgt werden können. Das setzt allerdings

wieder voraus, dass die Lehrperson über ein hohes Maß an Fachlichkeit verfügt, um tatsächlich aus den vielen fachlichen Aspekten die passenden auszuwählen und zu inszenieren. Als wesentliche Bildungsziele in den Kernlehrplänen und Bildungsstandards der Biologie, die sich mit der Erforschung der belebten Natur und des Menschen als Teil und Gestalter der Natur beschäftigt, gelten u.a. die Befähigung zur Erschließung der Welt mit allen Problemstellungen, die auf uns einwirken, z.B. den Folgen des Klimawandels auf die Organismen oder Biozönosen, aber auch die Anregung zum Selbstverständnis und zur Einordnung des Selbst (KMK 2004, 2008). Weiterhin ist ein Ziel, herauszuarbeiten, dass sich die Natur in Systemen abbildet und stets mehrere Systeme ineinandergreifen müssen, um das Lebendige zu bilden (Mayr 2005; Penzlin 2016). Damit erschließt sich als eine weitere Bildungsaufgabe der Biologie, systemisch angelegtes, vernetzendes und somit logisches Denken zu fördern und ein Systemverständnis sowie präzise Ausdrucksweise als sprachliche Fähigkeiten aufzubauen.

Um diese Ziele in der Schule erreichen zu können, ist es sinnvoll, als Lehrperson die wissenschaftlichen Konzepte der Biologie, die deutlich differenzierter als die drei Basiskonzepte in der Schule sind, verstanden zu haben. Als „lebendige“ Wissenschaft in ureigener Sache ist das Fachwissen weniger nach Gesetzmäßigkeiten gegliedert, sondern vielmehr in zehn Konzepte gefasst (Penzlin 2016), die den ständig variierenden Faktor Lebendigkeit mitberücksichtigen müssen. Kurz sei hier nur zusammengefasst, dass alle biologischen Konzepte wie Individualität, Zelle, Evolution, Selbsttätigkeit und weitere nur in Einklang und in Vernetzung mit den anderen Konzepten das Lebendige darstellen. Kein Konzept alleine kann das Phänomen des Lebendigen repräsentieren oder erklären (vgl. Preisfeld, im Druck). Erst aus dem Verständnis der Konzepte heraus kann durch die Lehrperson eine zielführende didaktische Reduktion erfolgen, damit die Lernenden einen Zugang zum Wissensinhalt erlangen und somit der Prozess der Wissenskonstruktion bei ihnen angestoßen werden kann.

Wenn es gelingt, in der Lehrerbildung eine solche Grundlage von Fachlichkeit zu erzielen, kann eine (zukünftige) Lehrperson sich selbst orientieren und Bildungs- und Verständigungsprozesse anbahnen, was als Voraussetzung für den Einbau allgemeinbildender Aspekte im Biologie- bzw. Naturwissenschaftsunterricht gelten kann (Appleton 1997, 2003). Für die Lernenden ist in einem Unterricht, der neben den pädagogischen Grundlagen die der Fachwissenschaft und -didaktik vereint, aktives, konstruierendes Lernen möglich (Abell 2007). Sie können Wissensbestandteile einordnen, die Frage nach der Verbindung der Einzelteile wird angeregt, und sie machen die Erfahrung, altes mit neuem Wissen zu vernetzen. Zusammengefasst liefert das fachspezifische Wissen mit dem fachmethodischen Wissen eine Basis, die gemeinsam mit konzeptionellem und fachdidaktischem Wissen die Fachlichkeit ausbildet (Lipowsky 2006; Abell 2007; Di Fuccia 2010; Vohns 2016).

2 Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg als reflexiver Zugang zum Fachwissen

Eine Möglichkeit, systemisches Denken und prozedurales Handeln zu stärken, liegt in dem Ansatz, die experimentelle Kompetenz in der fachwissenschaftlichen Lehrerbildung zu stärken. Dahinter steckt der Grundgedanke, dass das Experimentieren als die zentrale Erkenntnismethode bereits innewohnend eine reflexive Komponente aufweist. Experimente dienen dazu, Wissen zu überprüfen und zur Wissenskonstruktion beizutragen. Dieses gilt sowohl für die Lehrerbildung als auch für den Biologieunterricht (Barzel u.a. 2012; Heinicke & Peters 2014). Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg umfasst eine Fragestellung oder ein Phänomen, die Formulierung einer Hypothese, das Experimentieren (oder Beobachten, Vergleichen) und die Falsifizierung oder Verifizierung der Resultate (Wirtz & Schulz 2012). Sowohl in der Lehrerbildung als auch im Biologieunterricht wird der Erkenntnisweg umgesetzt als ein Zusammenspiel von induktivem und deduktivem Schließen, bei dem die Hypothesen durch Experimente, aber auch durch Vergleiche oder Beobachtungen überprüft werden können (Mayer 2007). Doch wie kann geprüft werden, ob der naturwissenschaftliche Denkansatz von den Lernenden beschritten wird? In einer guten Annäherung hat Mayer (2007) das Strukturmodell naturwissenschaftlichen Denkens entwickelt, wonach das naturwissenschaftliche Denken von Prozessvariablen und Personenvariablen beeinflusst wird. Unter den Prozessvariablen versteht er die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragen zu formulieren, Hypothesen zu generieren, entsprechende Untersuchungen zu planen und die anfallenden Daten zu analysieren und Schlussfolgerungen zu ziehen. Als Personenvariablen kommt deklaratives Wissen als Konzept- und Methodenwissen hinzu, sowie die kognitiven Fähigkeiten (Mayer 2007). Da es sich hierbei um ein Denkmodell handelt, ist das praktische, prozedurale Wissen nicht mit einbezogen. Aber das Modell schärft das Verständnis für die Komponenten der Kompetenz, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg zu beschreiten, und macht ihn messbar. Während das naturwissenschaftliche Denken nach Mayer (2007) in vier Teildimensionen abgebildet wird (naturwissenschaftliche Fragen formulieren, Hypothesen generieren, Untersuchungen planen, Daten analysieren/ Schlussfolgerungen ziehen), bietet das Modell experimenteller Kompetenz nach Schreiber (2012) die drei Teildimensionen Planung, Durchführung und Auswertung. Lediglich die Aspekte des Versuchsplans sowie der Umgang mit Problemen und Fehlern berühren die beiden Teildimensionen Planung und Durchführung, sowie Durchführung und Auswertung. Um das Experimentieren zu einer durch starke Reflexion geprägten Methode werden zu lassen, sind in der Auswertung der Rückbezug auf die Fragestellung und/oder Hypothese, die Verknüpfung mit dem Vorwissen und das Ziehen von evtl. verallgemeinernden Schlussfolgerungen notwendig.

Die Wirksamkeit von Experimentieren im Unterricht

Betrachtet man Vor- und Nachteile bzw. Gefahren zum Einsatz und zur Bedeutung des Experimentierens in verschiedenen Studien, wird deutlich, dass es für beide Positionen Argumente gibt. So bestätigen zahlreiche Studien (Tab. 1) die hier bereits dargestellten Vorteile. Aber es gibt auch viele andere Studien, die auf die Gefahren oder Nachteile hinweisen. Bei genauer Betrachtung haben aber viele der Argumente, die gegen das Experimentieren sprechen, nichts mit dem Experimentieren an sich zu tun, sondern eher mit der Gestaltung und Einbettung des Experiments durch die Lehrperson. Nicht gut vorbereitete und wenig planvoll in Unterricht eingesetzte Experimente mit Eventcharakter führen nur rein zufällig zu einem vermehrten Zuwachs an Wissen (Bell & Hackl 2006). Ebenso kann eine Lehrperson mit unzureichender Experimentierkompetenz oder negativem Selbstkonzept vermutlich keinen gut reflektierten schüleraktivierenden Experimentalunterricht planen und umsetzen (z.B. Heyduck u.a. 2016; Meinhardt u.a. 2016). Selbstverständlich sind Experimente zeit- und kostenaufwändig, allerdings setzen die Studierenden sich während der Zeit kognitiv und reflexiv mit dem Inhalt auseinander, was zumindest dem Zeitaspekt widerspricht. Viele der Nachteile können durch eine Einbettung in den Unterricht, eine Vor- und Nachbereitung sowie eine gute Planung durch die Lehrperson ausgeglichen werden, wenn diese eine ausgeprägte Fachlichkeit aufweist und entsprechend motiviert ist.

Tab. 1: Darstellung ausgewählter Stichpunkte für und gegen Experimentieren im Unterricht (mit Literaturauswahl)

Vorteile	Nachteile/Gefahren
Steigerung von Motivation und Lerninteresse (Engeln 2004; Engeln & Euler 2004; Meier & Mayer 2014)	Zu zeit-, material- und kostenaufwändig (Handelsman u.a. 2004)
Verzahnung Theorie und Praxis (Glowinski 2007; Krofta u.a. 2013)	Ist oft nur Aktionismus (Bell & Hackl 2006)
Anbahnung von Verstehensprozessen (Scharfenberg 2005; Glowinski & Bayrhuber 2011)	Oft keine Einbindung in Unterricht (Fischer u.a. 2003; Bell & Hackl 2006)
Konzeptuelles Verstehen (Meier & Mayer 2014; Hasse u.a. 2014)	Kein echtes Experimentieren (Rieß & Robin 2012; Heyduck & Harms 2015)
Erwerb technischer Fertigkeiten (Glowinski & Bayrhuber 2011; Berck & Graf 2010)	Oft nur wie Kochanleitung, zu wenig Schüleraktivität (Osborne 1998; Hucke & Fischer 2002; Seidel u.a. 2002; Scharfenberg 2005; Rieß & Robin 2012, 129-152)

Vorteile	Nachteile/Gefahren
Erlernen und Unterscheiden deduktiver und induktiver Beweisführungen (Meier & Mayer 2014)	Negatives Selbstkonzept bzgl. Experimentierfähigkeit (Krofta & Nordmeier 2014; Krofta u.a. 2013)
Fähigkeiten zum Problemlösen (Berck & Graf 2010)	Kein vermehrter Zuwachs an Wissen (Bell & Hackl 2006)
Interessensförderung an Biologie (Berck & Graf 2010)	Mangelnde Experimentierfähigkeit der Lehrkräfte (Scharfenberg 2005)

Tatsächlich wird in der Schule nur relativ selten experimentiert, wie Studien von z.B. Fischer u.a. (2003), Scharfenberg (2005), Sunal u.a. (2008) sowie Barth & Pfeiffer (2009) zeigen. Dadurch besitzen die Schulabsolvierenden nur wenig Experimentiererfahrung (Engeln 2004), wenn sie an die Universitäten gelangen, was wiederum häufig zu einer schlechten Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das experimentelle Arbeiten führt (Krofta u.a. 2014). Eine Befragung von 45 Lehrkräften, die unser Lehr-Lernlabor BeLL Bio besuchten, über Probleme, die sie beim Experimentieren in der Schule sähen, ergab, dass nur vier Lehrpersonen gar keine Probleme haben. Knapp 30 hingegen nannten einen zu straffen Lehrplan als Argument gegen Experimentieren im Unterricht. Zwölf von ihnen gaben jedoch an, dass sie wegen zu großer Unsicherheit gar nicht oder nur selten im Unterricht experimentierten (Damerau 2012). Teilt man das Experimentieren in seine drei Subskalen Planen, Durchführen und Auswertung ein und erhebt bei den befragten Lehrpersonen die Selbstwirksamkeit, so zeigt sich, dass die Selbstwirksamkeit der unsicheren Lehrpersonen stets geringer ist als bei den „sicheren“ Lehrpersonen. Bei beiden Gruppen ist die Phase der Planung durch die niedrigste Selbstwirksamkeit gekennzeichnet (Damerau 2012).

Eine Befragung von 436 Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 5 bis 10 zur eingeschätzten Häufigkeit von Experimenten im Biologieunterricht ergab, dass in den Stufen 6 und 7 relativ häufig, in Stufe 8 mäßig und in den anderen Stufen nur sehr wenig experimentiert wurde (Kauffmann 2016). Dies kann seinen Grund darin haben, dass die fachlichen Inhalte mit zunehmender Jahrgangsstufe umfassender und die Experimente komplexer in der Planung und Durchführung werden und die Lehrpersonen aus zeitlichen, organisatorischen oder inhaltlichen Gründen überfordern. Barth & Pfeiffer (2009) verglichen den Einsatz von Demonstrations- und Schülerexperimenten in Bezug auf die Häufigkeit im Unterricht bei 189 Hauptschullehrkräften. Die Lehrpersonen gaben an, dass sie häufiger Demonstrationsexperimente durchführten: Demonstrationsversuche führten ca. 18% wöchentlich durch, 35% ungefähr zweimal und 28% führten sie einmal im Monat durch. Schülerexperimente führten 22% einmal im Monat und 28% zweimal im Halbjahr durch. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kamen Fischer u.a.

(2003) sowie Gawlitza & Perels (2013), die anhand einer Befragung von Referendarinnen und Referendaren (bzw. *teacher trainees*) feststellten, dass diese sich nicht gut auf den experimentellen Unterricht vorbereitet fühlten und daher in der Schule keine oder nur sehr wenige Experimente im Unterricht anboten. Eine ähnliche Lücke zwischen der universitären Ausbildung und dem Referendariat klafft auf bei der Einschätzung von Referendarinnen und Referendaren hinsichtlich der Bedeutung des erworbenen Universitätswissens (Fachwissen und Fachdidaktisches Wissen) für ihre zukünftige Lehrertätigkeit. Eine kleine Online-Befragung von 38 Referendarinnen und Referendaren (Wladasch 2017) zeigte, dass sich die meisten Referendarinnen und Referendare weder für eine fachliche noch für eine fachdidaktische Kompetenz optimal vorbereitet fühlten (Abb. 2).

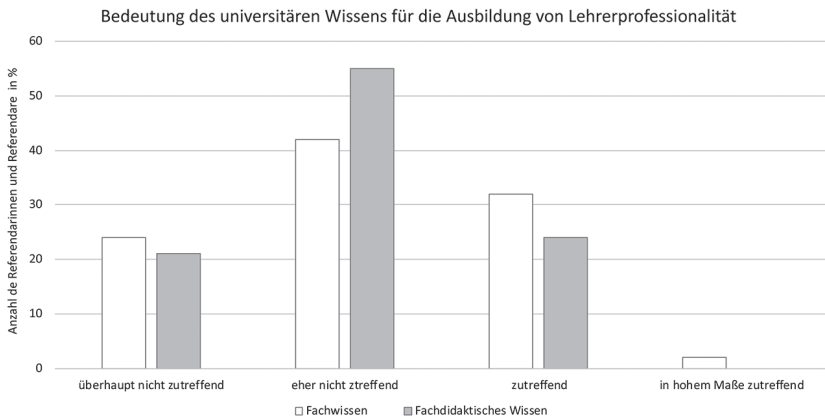


Abb. 2: Einschätzung von Referendarinnen und Referendaren über die Bedeutung des in der Universität erworbenen Wissens für die Professionalisierung von Lehrkräften (Wladasch 2017). N = 38.

3 Was kann die Situation verbessern?

Fasst man die bisher dargestellten Aspekte zusammen, so wird bei Schülerinnen und Schülern insgesamt eine geringe fachliche Bildung festgestellt (Meidinger 2014; Köller 2014; Meier & Mayer 2014; Oelkers 2014; Wolf 2016) und in der Schule zu wenig experimentiert (Engeln & Euler 2004; Euler 2004; Prenzel 2007; Barth & Pfeiffer 2009; Rieß & Robin 2012). Zudem wird selten problem- und handlungsorientiert experimentiert und den Schülern somit eine gute Möglichkeit genommen, aktiv und situiert deklaratives, prozedurales und konditionales Wissen zu erwerben (Pfanger-Becker 2010).

Aussagen von Studierenden und Referendarinnen und Referendaren betonen die gleichen Limitierungen in ihrer Ausbildung, bezogen sowohl auf Fachwissen als auch auf fachdidaktisches und pädagogisches Wissen (z.B. Blömeke u.a. 2008; Krauss u.a. 2011; Sosu & Gray 2012; Gawlitza & Perels 2013, 2014). So zeigt auch eine eigene Studie an 174 Studierenden des Sachunterrichts, dass 78% der Studierenden der Meinung sind, dass zu wenige Lerngelegenheiten existieren, um experimentelle Kompetenzen während des Studiums aufbauen zu können, 10% wünschen sich kein größeres Angebot und 12% sind unentschieden (Beudels & Preisfeld 2018b).

Um aber in der Schule aktuellen und fachlich bildenden praktischen Biologieunterricht planen und umsetzen zu können, benötigen die zukünftigen Lehrpersonen eine vertiefte Fachlichkeit, die über die universitäre Lehre geleistet werden muss. Wenn man davon ausgeht, dass Experimentieren eine Methode ist, welche eine gute Grundlage dafür bietet, die verschiedenen Wissensbereiche gut reflektieren zu können, so wäre es in der Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer sinnvoll, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg selbständig beschreiten und selbsttätige praktische Erfahrungen sammeln zu lassen (Mayer 2007; Pfangert-Becker 2010, Vale u.a. 2010). Dabei kann das fachliche Wissen vertieft und das praktische Können aufgebaut und verstärkt werden.

Im Folgenden werden drei Beispiele vorgestellt, die für die Ausbildung zum Sach- und Biologieunterricht konzipiert wurden.

Förderung kohärenten, vernetzenden Denkens bei Studierenden des Sachunterrichts im Kombinatorischen Bachelor und Master of Education durch eingebettetes Experimentieren

Die Leitfrage dieses Projekts lautet, ob durch den Einbau praxisbezogener Inhalte eine gesteigerte Fachlichkeit der Sachunterrichts-Studierenden im Sinne von perspektivvernetzenden Erfahrungen erreicht werden kann (Beudels & Preisfeld 2017). Kohärentes Denken und Lernen ist gerade im Sachunterricht von großer Bedeutung, da dieser Alltagsphänomene und Probleme aus den sieben Perspektiven Biologie, Chemie, Physik und Technik sowie Geografie, Geschichte und Sozialwissenschaften betrachtet und untersucht. Die Fähigkeit einer Lehrkraft zum perspektivvernetzenden Denken und Handeln ist also eine Voraussetzung, um im Sachunterricht alle Facetten abzudecken (Bergmann 2006; GDSU 2013; Giest u.a. 2017). Dabei benötigen Sachunterrichtslehrende dennoch so viel fachbezogenes Wissen, dass sie die hinter den Phänomenen liegenden Fachkonzepte einordnen können. Bei vielen Studierenden und Lehrkräften findet man allerdings mangelnde Fachkompetenzen in mehreren Perspektiven (vgl. Daum 2000; Michalik & Murmann 2007; Giest u.a. 2012, 2017). Offensichtlich spielt die Orientierung der Studierenden, ob sie eher naturwissenschaftlich-technisch oder eher sozial- und gesellschaftswissenschaftlich interessiert sind, eine große Rolle

bei der Auswahl von Themen zur Vorbereitung des Sachunterrichts. Diese Interessenslage ist dann häufig gepaart mit einem geringen Fähigkeitsselbstkonzept gegenüber und oftmals mangelndem Interesse an den *harten* Naturwissenschaften (vgl. Heran-Dörr 2006; Schmid u.a. 2013; Schmidt 2014). Die Entwicklung kohärenzsteigernder Lehr-Lern-Konzepte im naturwissenschaftlich-technischen und gesellschaftswissenschaftlichen Teil des Sachunterricht-Studiums kann dieser Entwicklung über die Fächergrenzen hinweg entgegenreten und kohärentes Denken als ein die Bereiche verbindendes Element fördern (George & Henrich 2003; Schmid u.a. 2013; Muheim u.a. 2014).

Mit dem Ziel der Steigerung des vernetzten naturwissenschaftlich-technischen Fachwissens und fachdidaktischen Wissens, der experimentellen Selbstwirksamkeitserwartungen sowie des Interesses an den Naturwissenschaften und der Technik wurde ein Kurs mit dem Schwerpunkt „Interdisziplinäres Experimentieren im Sachunterricht“ entwickelt und durchgeführt (Beudels & Preisfeld 2018a). In zwölf Kurseinheiten durchlaufen die Studierenden in Partnerarbeit zwei Themenblöcke (Block I: Den Teich und seine Umgebung handlungsorientiert und experimentell entdecken; Block II: Den menschlichen Körper und seine Leistungsfähigkeit handlungsorientiert und experimentell entdecken), in denen sie selbstständig in Stationsarbeit praktische Erfahrungen im Durchführen, Auswerten und Reflektieren von Experimenten sammeln. Fachwissenschaftlichen Input erhalten sie zusätzlich durch bereitgestellte einseitige Fachwissenstexte. Zudem planen sie zu zwei Themen ein Experiment für den Sachunterricht (inkl. Lehrplanbezug, stichwortartiger Sachanalyse, Einbettung in eine Unterrichtsreihe, Umgang mit potentiellen Gefahren oder Problemen und Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler), indem sie die im Kurs durchgeführten Experimente didaktisch reduzieren. Für die Kurseinheiten wurden biologische Oberthemen und Zugangsszenarien gewählt, um das Einarbeiten in die „harten Naturwissenschaften“ zu erleichtern. An geeigneten Stellen im Erarbeitungsprozess finden geleitete Input-, Sicherungs- und Reflexionsphasen statt, in denen u.a. auch die Bedeutung des interdisziplinären Fach- und fachdidaktischen Wissens von Sachunterrichtslehrkräften und Arten des Experimentierens im Sachunterricht thematisiert werden. In der Pilotierungsphase des Kurses wurden neben der großen Relevanz der Kursinhalte für den späteren Berufsalltag besonders der hohe praktische, selbsttätige Anteil sowie der kohärente Charakter (Verknüpfung mehrerer Fachwissenschaften und von Fachwissenschaft und Fachdidaktik) von den Studierenden als positiv bewertet (Abb. 3).

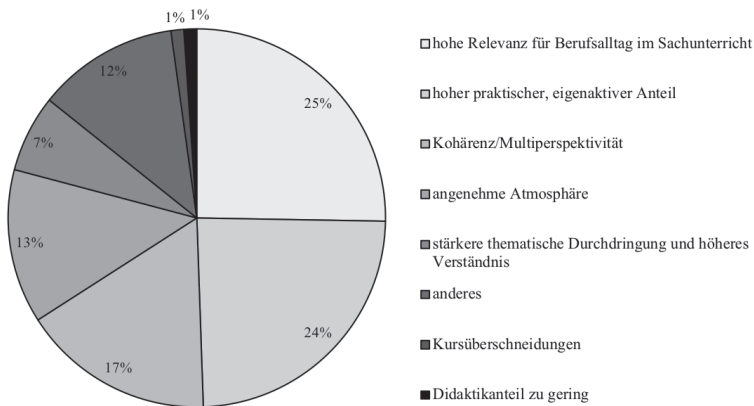


Abb. 3: Ergebnisse zur offenen Fragestellung: „In welcher Hinsicht unterscheidet sich die Lehrveranstaltung Ihrer Einschätzung nach von anderen Lehrveranstaltungen desselben Teilstudiengangs? Sie können positive und negative Aspekte benennen.“ Die Zahlen im Kreisdiagramm geben die prozentuale Nennung der induktiv gebildeten Kategorien an. N=50 (Pilotierungsphase des Kurses). (Beudels & Preisfeld 2018a)

Praxisphasen – Förderung Projekt-basierten Lernens im Lehr-Lernlabor BeLL Bio für Studierende des Master of Education Biologie im Micro-teaching mit Perspektivwechsel – Zwei Seiten des Spiegels

In diesem Projekt-basierten Kurs zum forschenden Lernen durchlaufen die Studierenden zunächst selbst zwei Kurse des Schülerlabors für die gymnasiale Oberstufe, um sich vertiefend mit den fachlichen Inhalten sowie den Methoden vertraut zu machen und zu reflektieren, welche fachlichen Konzepte berührt werden. „Das Gehirn – ein lebendiges Netzwerk“ (Buse 2017, auch bilingual englisch-deutsch möglich) befasst sich an vier Stationen mit der Anatomie und Morphologie von Gehirnen, mit praktischen Übungen am EEG sowie mit Lernversuchen. In „Dem Täter auf der Spur“ wird ein Täter anhand seiner DNA-Probe mittels ausgewählter Marker experimentell überführt (Damerau 2012).

In einem Seminarteil werden die Studierenden u.a. mit Hilfe von Videovignetten auf Schülerhandlungen in Experimentiersituationen vorbereitet, bevor sie dann in die Praxisphase eintreten. Eine Gruppe betreut nun Kleingruppen von Schülerinnen und Schülern beim Versuchsaufbau, Experimentieren und Auswerten, die andere Gruppe beobachtet kriteriengeleitet das professionelle Handeln der Studierenden der anderen Gruppe und gibt konstruktives Feedback (Abb. 4). Die Diagnosefähigkeit der Studierenden wird durch die Beobachtungen und Betreuung der Lernenden und der Kommilitoninnen und Kommilitonen verstärkt

(Weinert & Helmke 1996; Helmke & Lenske 2013). Die Betreuenden erhalten einen ausgefüllten Feedbackbogen von den Lernenden sowie von den Mits Studierenden und schätzen selbst ihre Selbstwirksamkeit bei der Betreuung und ihrer wahrgenommenen experimentellen Kompetenz ein. Alle Studierenden durchlaufen beide Gruppen mehrfach. Dieses Konzept soll die Studierenden zum einen mit den Lernenden in Kontakt bringen, um ihnen frühzeitig eigene Erfahrungen als Lehrperson mit realem Unterricht (in einem geschützten Raum) zu ermöglichen. Der Perspektivwechsel einmal als *Micro-teachers* und als Beobachtende soll sie zum anderen auch vermehrt zur fachdidaktischen Reflexion führen und ihnen die Möglichkeit bieten, einfache Forschungsmethoden zur Evaluation von Unterricht kennenzulernen.

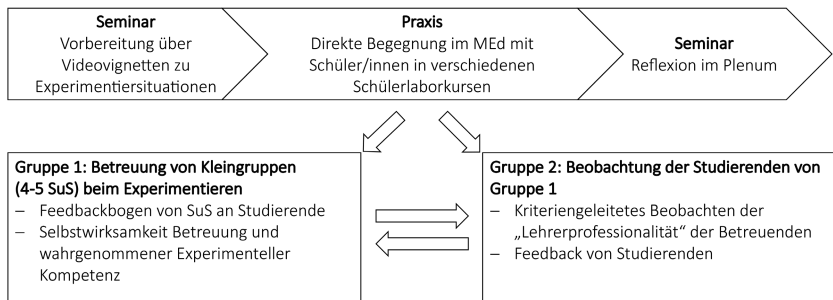


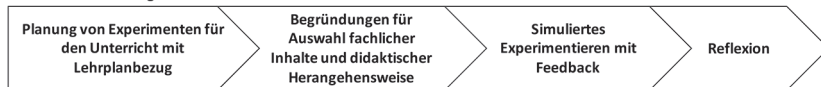
Abb. 4: Diagramm zur Durchführung des Kurses *Projektbasiertes Lernen – zwei Seiten des Spiegels*. (Sabrina Dahmen, laufende Forschungsarbeit). SuS: Schülerinnen und Schüler.

Förderung der Planung und Reflexion von Experimentalunterricht im Vorbereitungs- und Begleitseminar des Praxissemesters

Ein weiteres Projekt befasst sich konkret mit der Vernetzung von universitärem Wissen mit schulischen Anforderungen im Praxissemester (Abb. 5). In einer hin-führenden Phase im Semester vor dem Praxissemester durchlaufen die Studierenden das Vorbereitungsseminar. Die Absicht in dem Projekt ist es, die Studierenden auf die Vernetzung fachlichen Wissens mit den schulischen Anforderungen vor-zubereiten und sie die notwendigen Werkzeuge beispielhaft entwickeln zu lassen, sowie ihre Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des experimentellen Unter-richtens zu stärken (Gröschner u.a. 2013; Meinhardt u.a. 2016). Dazu sollen sie zunächst ihr Fachwissen vertiefen und dann auf der Grundlage dessen und in Kenntnis fachdidaktischer Konzepte den Biologieunterricht lernwirksam gestal-ten (Hof & Mayer 2008; Schulte u.a. 2008; Schmelzing 2010). Das Prinzip dabei ist, dass die Studierenden in der ersten Phase ihre Schritte bei der Planung und Vorbereitung des Unterrichts aus der Theorie heraus begründen sollen. Dazu er-

halten sie im Seminararteil gezielte Aufgaben, die zum Reflektieren des Fachwissens und fachdidaktischen Wissens anregen, indem sie Experimente mit Lehrplanbezug planen und begründen müssen, warum sie sich für die fachlichen Inhalte und die didaktische Vorgehensweise entschieden haben. Der Experimentalunterricht wird im Seminar simuliert und mit Feedback der Kommilitoninnen und Kommilitonen auf die Methode, den Inhalt und die didaktische Herangehensweise diskutiert. Anschließend wird das eigene unterrichtliche Handeln reflektiert. Die zweite Phase findet im Begleitseminar während des anschließenden Praxissemesters statt. Auch hier wird wieder Experimentalunterricht begründet geplant, in der Schule durchgeführt und alsdann sowohl von den Betreuenden in der Schule als auch im Begleitseminar Feedback gegeben, bevor die Studierenden ihren Unterricht reflektieren.

Phase 1: Vorbereitungsseminar



Phase 2: Begleitseminar zum Praxissemester



Abb. 5: Diagramm zur Durchführung des Projekts *Planung und Reflexion von Experimentalunterricht* über zwei Semester (Franken & Preisfeld 2017).

Fazit

Studierende und Referendarinnen und Referendare bemängeln die Passung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Lehrveranstaltungen in der universitären Phase für ihre zukünftige Lehrertätigkeit. Sie begründen dieses oftmals mit fehlenden praktischen Lernmöglichkeiten, um das eigene Wissen weiter zu entfalten und zu reflektieren. In der Biologie wird besonders das Experimentieren als wesentliche Erkenntnismethode während des Studiums nicht genügend selbstorganisiert erfahren. Eine Konsequenz daraus ist, dass im Schulunterricht ebenfalls zu wenig experimentiert wird, und wenn, dann häufig nur als Demonstrationsexperiment. Damit werden bestimmte Lernmöglichkeit nicht genutzt: Experimentieren kann beim konzeptuellen Aufbau des Fachwissens motivierend und unterstützend wirken und durch das reflexive Setting des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges helfen, die eigenen Konzepte kritisch zu überprüfen. Jedoch ist nicht jede Form von Praxiserfahrung zielführend. Einige Studien konnten zeigen, dass Lehrer mit Unterrichtserfahrung nicht zwangsläufig eine stärker

ausgeprägte Lehrerprofessionalität weder in Bezug auf das Fachwissen, noch auf das fachdidaktische Wissen zeigen, obgleich sie durch ihre Erfahrungen ein größeres Repertoire an Unterrichtsstrategien und Methodenwissen aufweisen (z.B. Clermont u.a. 1994; Brunner u.a. 2006; Krauss u.a. 2008; Friedrichsen u.a. 2009; Baumert u.a. 2010; Kleickmann u.a. 2013; Großschedl u.a. 2015). Mittlerweile ist es anerkannt, dass das Fachwissen gut ausgebildet sein muss, um professionell unterrichten zu können (Ball u.a. 2005; Abell u.a. 2009; Kleickmann u.a. 2013; Großschedl 2015), d.h. offensichtlich beeinflusst das Fachwissen als Voraussetzung auch das fachdidaktische Wissen (Baumert u.a. 2010). Die praktische Erfahrung, die Studierende mit dem Experimentieren im Rahmen von *Micro-teaching*, Simulationsunterricht oder in Schulpraxisphasen machen können, kann dazu beitragen, die Facetten des Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens stärker zu verzahnen und zu reflektieren und gleichzeitig die Selbstwirksamkeitserwartung der zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer in Hinblick auf Experimentalunterricht als kognitiv aktivierende Methode im Schulunterricht zu erhöhen.

Literatur

- Abell, S. K., Rogers, M. A. P., Hanuscin, D. L., Lee, M. H. & Gagnon, M. J. (2009): Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. In: *Journal of Science Teacher Education* 20 (1), 77-93.
- Abell, S. K. (2007): Research on science teacher knowledge. In: S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.): *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1105-1149.
- Appleton, K. (1997): Analysis and description of students' learning during science classes using a constructivist-based model. In: *Journal of Research in Science Teaching* 34 (3), 303-318.
- Appleton, K. (2003): How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. In: *Journal of Research in Science Education* 33 (1), 1-25.
- Ball, D. L., Hill, H. C. & Bass, H. (2005): Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? In: *American Educator* 29 (1), 14-46.
- Barth, U. & Pfeifer, P. (2009): Lehrerfortbildung im Bereich Chemie – eine Chance für die Unterrichtsentwicklung an der Hauptschule. In: *Chemkon* 16 (2), 67-73.
- Barzel, B., Reinhoffer, B. & Schrenk, M. (2012): Das Experimentieren im Unterricht. In: W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz: *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten*. Münster: Waxmann, 103-127.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (4), 469-520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster und New York: Waxmann, 29-53.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U. u.a. (2010): Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. In: *American Educational Research Journal* 47 (1), 133-180.
- Bell, T. & Hackl, R. (2006): Crash-Tests: Hypothesengeleitet experimentieren – Arbeitsergebnisse aus dem piko-Schulset Schleswig-Holstein. In: A. Pitton (Hrsg.): *Lehren und Lernen mit neuen Medien* 26. Münster: LIT.

- Berck, K.-H. & Graf, D. (2010): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Bergmann, H. P. (2006): Wie Lehrer Sachunterricht machen und wie viel Wissenschaft sie dazu brauchen – Beobachtungen aus der Praxis des Unterrichts und Thesen zur Praxis der Ausbildung. In: widerstreit-sachunterricht.de 6. Online unter: <https://www2.hu-berlin.de/ws/ebene1/didaktiker/bergmann/lehrer.pdf> (Abrufdatum: 15.02.2018).
- Beudels, M. & Preisfeld, A. (2017): Curriculare Weiterentwicklung und Evaluation der naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichtsausbildung im M.Ed. Poster vorgestellt auf der 19. Internationalen Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland, Rostock.
- Beudels, M. & Preisfeld, A. (2018a): Erhebung der kognitiven & affektiv-motivationalen Wirksamkeit eines interdisziplinären Experimentier-Kurses für Sachunterrichtsstudierende. Poster vorgestellt auf der 20. Internationalen Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland, Köln.
- Beudels, M. & Preisfeld, A. (2018b): Fördert Experimentieren die Fachlichkeit? Kognitive und affektiv-motivationale Wirkungen eines interdisziplinären, handlungsorientierten Kurses für Sachunterrichtsstudierende. Poster vorgestellt auf dem 2. Programmkongress der Qualitätsoffensive Lehrerbildung, Berlin.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Münster und New York: Waxmann.
- Blömeke, S., Bremerich-Vos, A., Haudeck, H., Kaiser, G., Nold, G. & Schwippert, K. (Hrsg.) (2011): Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in gering strukturierten Domänen. Erste Ergebnisse aus TEDS-LT. Münster und New York: Waxmann.
- Bromme, R. (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: F. E. Weinert (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule 3. Göttingen: Hogrefe, S. 177–212.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W. u.a. (2006): Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften. Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster und New York: Waxmann, 54–82.
- Buse, M. (2017): Bilinguale englische experimentelle Lehr-Lernarrangements im Fach Biologie-Konzeption, Durchführung und Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit. Diss. Wuppertal. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20171024-140432-7> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Clark, R., Kirschner, P. A. & Sweller, J. (2012): Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction. In: American Educator 36 (1), 6–11.
- Clermont, C. P., Borko, H. & Krajcik, J. S. (1994): Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. In: Journal of Research in Science Teaching 31 (4), 419–441.
- Damerau K. (2012): Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor-Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie). Diss. Wuppertal. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20130312-124320-3> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Damerau, K. & Preisfeld, A. (2016): Der Einfluss von Schülerlaborbesuchen auf das Fachwissen und das Fähigkeitsselbstkonzept heterogener Schülergruppen. In U. Gebhard & M. Hamann (Hrsg.): Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik, Bd 7. Innsbruck: Studienverlag.
- Daum, E. (2000): Die Fächer lassen einen im Stich – Plädoyer für mehr Wirklichkeitsbewusstsein im Sachunterricht. In: G. Löffler, V. Möhle, D. von Reeken & V. Schwier (Hrsg.): Sachunterricht – Zwischen Fachbezug und Integration. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- Di Fuccia, D. S. (2010): Fachlichkeit als wichtiger Baustein der Lehrerbildung. Blick in die verschiedenen Bundesländer, Rede im Rahmen der Fachtagung „Lehrerbildung in Bayern. Professionalität und Qualität“, 20. November 2010. Online unter: <http://www.abl-lehrer-verbaende.de/mobile/smartphone/downloads/vortrag-prof-di-fuccia.pdf> (Abrufdatum: 15.02.2018).
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012): The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.): Science education research and practice in Europe. Rotterdam: Sense Publishers, 13-37.
- Duit, R. & Treagust, D. F. (2003): Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. In: International Journal of Science Education 25 (6), 671-688.
- Engeln, K. (2004): Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos.
- Engeln K. & Euler M. (2004): Forschen statt Pauken: Aktives Lernen im Schülerlabor. In: Physik Journal 3 (11), 45-48.
- Euler, M. (2004): The role of experiments in the teaching and learning of physics. In: E. F. Redish & M. Vicentini (Hrsg.): Research on physics education. Amsterdam: IOS Press, 175-221.
- Flach, H., Lück, J. & Preuss, R. (1995): Lehrerausbildung im Urteil ihrer Studenten: zur Reformbedürftigkeit der deutschen Lehrerbildung. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. & Wirth, J. (2003): Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 9, 179-209.
- Franken, N. & Preisfeld, A. (2017): Experimentierkompetenz und Reflexionsfähigkeit von Praxissemesterstudierenden der Fächer Biologie und Chemie im M.Ed. Poster vorgestellt auf der 19. Internationalen Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland, Rostock.
- Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., Brown, P., Lankford, D. & Volkmann, M. (2009): Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. In: Journal of Research in Science Teaching, 46 (4), 357-383.
- Gawlitza, G. & Perels, F. (2013): Überzeugungen, Berufsethos und Professionswissen von Studienreferendaren – Eine Studie zur Übertragung des COACTIV – Modells auf Studienreferendare. In: Lehrerbildung auf dem Prüfstand 6 (1), 7-31.
- Gawlitza, G. & Perels, F. (2014): Changes in convictions and attitudes to the teaching profession and classroom management due to practical teaching experience. In: Educational Research and Reviews 9 (16), 535.
- George, S. & Henrich, N. (2003): Integrierter Sachunterricht als Konzept und in der Praxis. In: Kuhn, H.-W. (Hrsg.): Sozialwissenschaftlicher Sachunterricht. Konzepte, Forschungsfelder, Methoden. Herbolzheim: Centaurus, 23-37.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Giest, H., Heran-Dörr, E. & Archie, C. (2012): Lernen und Lehren im Sachunterricht. Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Giest, H., Hartinger, A. & Tänzer, S. (Hrsg.) (2017): Vielperspektivität im Sachunterricht. In: Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts 27. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Glowinski, I. (2007): Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebung. Diss. Kiel. Online unter: <https://d-nb.info/1019666528/34> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Glowinski, I. & Bayrhuber, H. (2011): Student Labs on a University Campus as a Type of Out-of-School Learning Environment: Assessing the Potential to Promote Students' Interest in Science. In: International Journal of Environmental and Science Education 6 (4), 371-392.

- Gröschner, A., Schmitt, C. & Seidel, T. (2013): Veränderung subjektiver Kompetenzeinschätzungen von Lehramtsstudierenden im Praxissemester. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 27, 77-86.
- Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T. & Glowinski, I. (2015): Preservice biology teachers' professional knowledge: Structure and learning opportunities. In: Journal of Science Teacher Education 26 (3), 291-318.
- Gruschka, A. (2008): Die Bedeutung fachlicher Kompetenz für den Unterrichtsprozess. Ergänzende Hinweise aus der rekonstruktionslogischen Unterrichtsforschung. In: Pädagogische Korrespondenz 38, 44-79. Online unter: https://www.pedocs.de/volltexte/2011/3401/pdf/Gruschka_Bedeutung_fachlicher_Kompetenz_Unterrichtsprozess_D_A.pdf (Abrufdatum: 01.11.2018).
- Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R. u.a. (2004): Scientific teaching. In: Science 304 (5670), 521-522.
- Hascher, T. (2005). Die Erfahrungsfalle. In: Journal für LehrerInnenbildung 5 (1), 30-45.
- Hascher, T. & Moser, P. (1999): Lernen im Praktikum – die Rolle der Praktikumsleitenden in der berufspraktischen Ausbildung. In: Bildungsforschung und Bildungspraxis 21, 312-355.
- Hascher, T. & Moser, P. (2001): Betreute Praktika – Anforderungen an Praktikumslehrerinnen und -lehrer. In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 19, 217-231.
- Hasse, S., Joachim, C., Bögeholz, S. & Hammann, M. (2014): Assessing teaching and assessment competences of biology teacher trainees: Lessons from item development. International Journal of Education in Mathematics. In: Science and Technology 2 (3), 192-205.
- Hattie, J. (2009): Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge.
- Heinicke S. & Peters S. (2014): Was ist Experimentieren? – Populäre Sichtweisen unter der Lupe. In: Unterricht Physik 144, 10-13.
- Helmke, A. & Lenske, G. (2013): Unterrichtsdiagnostik als Voraussetzung für Unterrichtsentwicklung. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 31 (2), 214-233.
- Heran-Dörr, E. (2006): Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften. Diss. München. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:19-58789> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Heyduck, B., Schwanewedel, J. & Großschedl, J. (2016): Forschend Lehren lernen: Lehramtsstudierende als Unterrichtsentwickler/-innen und Unterrichtsforscher/-innen. In: U. Gebhard & M. Hammann (Hrsg.): Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Innsbruck: Studienverlag, 229-246.
- Heyduck, B., & Harms, U. (2015). An out-of-school practical exercise: an examination of different DNA methylation conditions using a restriction assay. Journal of Biological Education, 49(2), 179-189.
- Hof, S. & Mayer, J. (2008): Förderung von wissenschaftlichen Kompetenzen durch forschendes Lernen. Ein Vergleich zwischen direkter Instruktion und Guided-Scientific-Inquiry. In: Erkenntnisweg Biologiedidaktik 7, 69-84.
- Hucke, L. & Fischer, H. E. (2002): The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In: D. Psillos & H. Niedderer (Hrsg.): Teaching and learning in the science laboratory. Dordrecht: Springer.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 3 (3), 3-18.
- Kattmann, U. (2005): Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? – Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 11, 165-174.

- Kauffmann, S. (2016): Eine Erhebung von Daten zur Untersuchung der Experimentierarten und des Interesses von Schüler/innen in verschiedenen Jahrgangsstufen. Bachelor-Thesis Universität Wuppertal.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006): Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. In: *Educational psychologist* 41 (2), 75-86.
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2013): Teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge: The role of structural differences in teacher education. In: *Journal of teacher education* 64 (1), 90-106.
- Köller, O. (2014): Studierfähigkeit und Abitur – empirisch betrachtet. In: S. Lin-Klitzing, D. Di Fuccia & R. Stengl-Jörns (Hrsg.): *Abitur und Studierfähigkeit. Ein interdisziplinärer Dialog (Gymnasium – Bildung – Gesellschaft)*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 55-73.
- König, J., Blömeke, S., Paine, L., Schmidt, B. & Hsieh, F.-J. (2011): General pedagogical knowledge of future middle school teachers. On the complex ecology of teacher education in the United States, Germany, and Taiwan. In: *Journal of Teacher Education* 62, 188-201.
- König, J. & Blömeke, S. (2007): Proposal to conceptualize the general pedagogy knowledge in TEDS–M. Berlin, Germany: Humboldt- Universität.
- König, J. & Blömeke, S. (2009): Pädagogisches Wissen von angehenden Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 12 (3), 499-527.
- Koepfernik, C. & Wolter, A. (2010): *Studium und Beruf*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. u.a. (2008): Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. In: *Journal of Educational Psychology* 100 (3), 716.
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M. u.a. (2011): Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann, 135-161.
- Krofta, H. & Nordmeier, V. (2014): Bewirken Praxisseminare im Lehr-Lern-Labor Änderungen der Selbstwirksamkeitserwartungen bei Studierenden? Beitrag auf der Frühjahrstagung – Frankfurt: Didaktik der Physik. Online unter: <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/584/645> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Krofta, H., Fandrich, J. & Nordmeier, V. (2013): Fördern Praxisseminare im Schülerlabor das Professionswissen und einen reflexiven Habitus bei Lehramtsstudierenden? Poster vorgestellt auf der Frühjahrstagung – Jena 2013: Didaktik der Physik. Online unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/493/625> (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Kultusministerkonferenz (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der KMK vom 16.10. 2008 (i. d. F. vom 12.10.2017). Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf (Abrufdatum 19.10.2018).
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006): Who is the expert? Construct and criteria validity of student and teacher ratings of instruction. In: *Learning Environments Research* 9, 231-251.
- Kunter, M. (2011): Theorie meets Praxis in der Lehrerbildung – Kommentar. In: *Erziehungswissenschaft* 22 (43), 107-112.

- Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Richter, D. (2011): Die Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster New York: Waxmann, 55-68.
- Kunze, I. (2011): Zentren für Lehrerbildung – Grenzstation zwischen Theorie und Praxis? Osnabrücker Erfahrungen. In: *Erziehungswissenschaft* 22 (43), 99-106.
- Lersch, R. (2006): Lehrerbildung im Urteil der Auszubildenden. Eine empirische Studie zu beiden Phasen der Lehrerausbildung. In: C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.): Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern (*Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 51). Weinheim und Basel: Beltz, 164-181.
- Lindlof, T. R. (2008): Verstehen vs. Erklären. In: W. Donsbach (Hrsg.) *The international encyclopedia of communication*. Chichester: John Wiley.
- Lipowsky, F. (2006): Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In: C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.): Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern (*Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 51). Weinheim und Basel: Beltz, 47-70.
- Lipowsky, F. (2007): Unterrichtsqualität in der Grundschule – Ansätze und Befunde der nationalen und internationalen Forschung. In: F. Lipowsky (Hrsg.): *Qualität von Grundschulunterricht*. Berlin und Heidelberg: Springer, 35-49.
- Mayer, J. (2004): Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. In: *Mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht* 57 (2), 92-99.
- Mayer, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.): *Theorien in der biologiepädagogischen Forschung – Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin und Heidelberg: Springer, 177-186.
- Mayer, J. (2006): Offenes Experimentieren. In: *Unterricht Biologie* 30 (317), 4-12.
- Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008): Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.): *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*, Bd. 3. Innsbruck: Studienverlag, 63-79.
- Mayr, E. (2005): *Konzepte der Biologie*. Stuttgart: Hirzel.
- Meidinger, H.P. (2014): Abitur – Studienberechtigung, Studienbefähigung, Studienerfolg? In: S. Lin-Klitzing, D.S. Di Fuccia & R. Stengl-Jörns (Hrsg.): *Abitur und Studierfähigkeit*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 27-38.
- Meier, M. & Mayer, J. (2014): Selbständiges Experimentieren. Entwicklung und Einsatz eines anwendungsbezogenen Aufgabendesigns. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 67 (1), 4-10.
- Meinhardt, C., Rabe, T. & Krey, O. (2016): Selbstwirksamkeitserwartungen in physikdidaktischen Handlungsfeldern. Skaldokumentation. Online unter: https://www.pedocs.de/volltexte/2016/11818/additional/Meinhardt_2016_Selbstwirksamkeitserwartungen_komprimiert.pdf (Abrufdatum: 15.02.2018).
- Michalik, K. & Murmann, L. (2007): Sachunterricht – zur Fachkultur eines Integrationsfachs. In: J. Lüders (Hrsg.): *Fachkulturforschung in der Schule*. Opladen und Farmington Hills: Budrich, 101-115.
- Miethe, I. & Stehr, J. (2007): Modularisierung und forschendes Lernen. Erfahrungen und hochschuldidaktische Konsequenzen. In: *Neue Praxis* 3, 250-264.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW (MSW NRW) (Hrsg.) (2008): *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I Biologie in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW (MSW NRW) (Hrsg.) (2013): *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule Biologie in Nordrhein-Westfalen*. Heftnummer 4722.

- Online unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/bi/GOSt_Biologie_Endfassung.pdf (18.10.2018).
- Muheim, V., Bertschy, F., Künzli David, C. & Wüst, L. (2014): Bildung für Nachhaltige Entwicklung als Beispiel für perspektiven-integrierenden Sachunterricht. *GDSU Journal* 4, 49-58.
- Nerdel, C. (2017): Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik: Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Oelkers, J. (2014): Prognosewert des Abiturs – theoretisch betrachtet. In: S. Lin-Klitzing, D. S. Di Fuccia & R. Stengl-Jörns (Hrsg.): Abitur und Studierfähigkeit. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 39-54.
- Osborne, J. (1998): Learning and teaching about the nature of science. In: M. Hollins (Hrsg.): ASE guide to secondary science education. Hatfield, UK: The association for science education, 100-108.
- Penzlin, H. (2016): Das Phänomen Leben. Grundfragen der Theoretischen Biologie. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Pfanger-Becker, U. (2010): Das Experiment im Lehr und Lernprozess: Eine Betrachtung aus der Sicht kompetenzorientierten Lehrens und Lernens im Kontext der zweiten Ausbildungsphase. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 59 (6), 40-42.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982): Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education* 66 (2), 211-227.
- Preisfeld, A. (im Druck): Die Bedeutung der Fachlichkeit in Biologieunterricht und Lehrerbildung. In: *Die Stimmen der Fächer hören. Fachprofil und Bildungsanspruch in der Lehrerbildung*. Paderborn: Schöningh.
- Prenzel, M. (2007): PISA 2006: Wichtige Ergebnisse im Überblick. In: M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme u.a. (Hrsg.): PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. Münster und New York: Waxmann.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010): Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16, 167-187.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2012): Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen – Empirische Hinweise für eine Verbesserung des Lehramtsstudiums. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 15, 111-143.
- Rieß, W. & Robin, N. (2012): Befunde aus der empirischen Forschung zum Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten. In: W. Rieß, M. Wirtz, A. Schulz & B. Barzel (Hrsg.): Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Theoretische Fundierung und empirische Befunde. Münster: Waxmann, 129-152.
- Rönnebeck S., Schöps K., Prenzel M., Mildner D. & Hochweber J. (2010): Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009. In: E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel u.a. (Hrsg.): PISA 2009. Münster: Waxmann.
- Rosenbusch, H. S., Sacher, W. & Schenk, H. (1988): Schulreif? Die neue bayerische Lehrerbildung im Urteil ihrer Absolventen. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Sander, E., Jelemenská, P. A. & Kattmann, U. (2006): Towards a better understanding of ecology. In: *Journal of Biological Education* 40 (3), 119-123.
- Scharfenberg, F. J. (2005): Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse (am Beispiel des Demonstrationslabors Bio-/Gentechnik der Universität Bayreuth mit Schülern aus dem Biologie-Leistungskurs des Gymnasiums). Diss. Bayreuth. Online unter: http://www.pflanzenphysiologie.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/en/pub/html/31120diss_Scharfenberg.pdf (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Schmelzing, S. (2010): Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften: Konzeptionalisierung, Diagnostik, Struktur und Entwicklung im Rahmen der Biologielehrerbildung. Berlin: Logos.

- Schmid, K., Trevisan, P., Künzli David, C. & Di Giulio, A. (2013): Die übergeordnete Fragestellung als zentrales Element im Sachunterricht. In: M. Peschel, P. Favre & C. Mathis (Hrsg.): SaCHen unterriCHten. Beiträge zur Situation der Sachunterrichtsdidaktik in der deutschsprachigen Schweiz. Baltmannsweiler: Schneider, 41-54.
- Schmidt, M. (2014): Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften: Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“. Diss. Duisburg-Essen. Online unter: https://due-publico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-38395/Dissertation_Maike%20Schmidt.pdf (Abrufdatum: 18.10.2018).
- Schneider, R. & Wildt, J. (2004): Forschendes Lernen im Berufspraktischen Halbjahr. In: B. Koch-Priewe, F. U. Kolbe, J. Wildt (Hrsg.): Grundlagenforschung und mikrodidaktische Reformansätze zur Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 151-175.
- Schneider, R., & Wildt, J. (2001). Das Dortmunder Projekt „Berufspraktisches Halbjahr“. Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 1(2), 20-27.
- Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H. (2009): Experimentelle Kompetenz messen?! In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule 3 (8), 92-101.
- Schreiber, N. (2012): Diagnostik experimenteller Kompetenz – Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells. In: H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth (Hrsg.): Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 139. Berlin: Logos.
- Schulte, K., Bögeholz, S. & Watermann, R. (2008): Selbstwirksamkeitserwartungen und Pädagogisches Professionswissen im Verlauf des Lehramtsstudiums. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 2, 268-287.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann u.a. (2002): „Jetzt bitte alle nach vorne schauen!“ – Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. In: Unterrichtswissenschaft 30 (1), 52-77.
- Shayer, M. & Adey, P. (1981): Towards a science of science teaching. Cognitive development and curriculum demand. London: Heinemann.
- Shulman, L. S. (1986): Those who understand. Knowledge growth in teaching. In: Educational Researcher 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: Harvard Educational Review 57 (1), 1-23.
- Sosu, E. M. & Gray, D. S. (2012): Investigating change in epistemic beliefs: An evaluation of the impact of student teachers' beliefs on instructional preference and teaching competence. In: International Journal of Educational Research 53, 80-92.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992): A revisionist theory of conceptual change. In: R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Hrsg.): Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice, State University of New York Press, 147-176.
- Sunal, D. W., Sunal, C. S., Sundberg, C. & Wright, E. L. (2008): The importance of laboratory work and technology in science teaching. In: D. W. Sunal, E. L. Wright & C. Sundberg (Hrsg.): The impact of the laboratory and technology on learning and teaching science K-16. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 1-28.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S. u.a. (2012): Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 18, 7-28.
- Vale, C., Weaven, M., Davies, A. & Hooley, N. (2010): Student centred approaches: Teachers' learning and practice. In: L. Sparrow, B. Kissane & C. Hurst (Hrsg.): Shaping the future of mathematics education (Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia. Fremantle, WA: MERGA, 571-578.

- Vohns, A. (2016): Welche Fachlichkeit braucht allgemeine Bildung? Überlegungen am Beispiel des Mathematikunterrichts. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* 41 (100), 35-42.
- Voss, T., Kunter, M. & Baumert, J. (2011): Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. In: *Journal of Educational Psychology* 103 (4), 952.
- Voss, T., Kunter, M., Seiz, J., Hoehne, V. & Baumert, J. (2014): Die Bedeutung des pädagogisch-psychologischen Wissens von angehenden Lehrkräften für die Unterrichtsqualität. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 60 (2), 184-201.
- Wayne, A. J. & Youngs, P. (2006): Die Art der Ausbildung von Lehrern und die Lerngewinne ihrer Schüler. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 51, 71-96.
- Weinert, F. E. & Helmke, A. (1996): Der gute Lehrer: Person. Funktion oder Fiktion. In: A. Leschinsky (Hrsg.): *Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen. Beiträge zu einer Theorie der Schule* (*Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 34). Weinheim: Beltz, 223-233.
- Wirtz, M. & Schulz, A. (2012): Modellbasierter Einsatz von Experimenten. In: W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz: *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten*. Münster: Waxman, 57-74.
- Wladasch, E. (2017): Professionelle Lehrerkompetenz von Biologiereferendaren – Empirische Befunde zu Professionswissen, motivationaler Orientierung und Überzeugungen bei angehenden Biologielehrkräften. Master-Thesis Wuppertal.
- Wolf, G. (2016): Bremsversagen oder: Mit dem Abitur in die Schreibberatung. Ursachen und Folgen einer nachlassenden Studierfähigkeit heutiger Jugendlicher. In Hoffmann, E. & Henry-Huthmacher, C. (Hrsg.): *Ausbildungsreife & Studierfähigkeit*. Sankt Augustin und Berlin: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.